





PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

## Kontaktierter Piezoaktor

- 5 Die Erfindung betrifft einen Piezoaktor mit einer Piezokeramik, die sich beim Anlegen einer Spannung ausdehnen kann und einer Kontaktierung, die an der Piezokeramik anliegt sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.
- 10 Beim Einsatz derartiger piezo-elektrischer Bauteile, die insbesondere aus Piezokeramiken hergestellt sind, wird der Effekt genutzt, dass diese beim Anlegen eines mechanischen Drucks oder Zuges eine Spannung erzeugen oder umgekehrt, beim Anlegen einer elektrischen Spannung an den Piezoaktor eine
- 15 Ausdehnung des Aktors erreicht werden kann. Um die nutzbare Ausdehnungslänge zu vergrößern, werden monolithische Vielschichtaktoren verwendet, die aus einem gesinterten Stapel dünner Folien aus Piezokeramik mit eingelagerten Innenelektroden bestehen. Die Innenelektroden sind wechselseitig aus
- 20 dem Stapel herausgeführt und über Außenelektroden elektrisch parallel geschaltet. Bevorzugt wird auf beiden Kontaktseiten des Stapels jeweils eine streifen- oder bandförmige durchgehende Außenmetallisierung aufgebracht. Die Außenmetallisierung ist mit allen Innenelektroden gleicher Polarität verbunden.
- 25 Zwischen der Außenmetallisierung und den elektrischen Anschlüssen wird häufig noch eine in vielen Formen ausführbare Weiterkontaktierung vorgesehen. Legt man nun eine elektrische Spannung an die Außenmetallisierung an, so dehnt sich die Piezofolie in Richtung des angelegten Feldes. Durch die
- 30 mechanische Serienschaltung der einzelnen Piezofolien wird die sogenannte Nenndeckung des gesamten Stapels schon bei relativ niedrigen Spannungen erreicht.
- Aus der EP 0 844 678 A1 ist ein Kontaktierungsverfahren bekannt, mit dessen Hilfe eine Piezokeramik so kontaktiert werden kann, dass auch bei hohen dynamischen Belastungen keine Zerstörung des Piezoaktors eintritt. Hierzu wird zwischen der

Grundmetallisierung der Piezokeramik und den Anschlusselementen eine dreidimensional strukturierte elektrisch leitende Elektrode angeordnet. Diese Elektrode ist über partielle Kontaktstellen mit der Grundmetallisierung der Piezokeramik verbunden. Zwischen den Kontaktstellen ist sie dehnbar ausgebildet. Mit dieser Anordnung ist gewährleistet, dass der Betriebsstrom des Aktors in Nebenströme aufgeteilt wird, wobei diese von den Kontaktstellen über die Grundmetallisierung zu den metallischen Inselektroden fließen. Somit kann gewährleistet werden, dass auch eine dynamische Belastung des Piezoaktors nicht zu seiner Zerstörung führt. Dabei ist die Kontaktierung allerdings technisch komplex und teuer in seiner Ausführung.

- 15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Piezoaktor und ein Verfahren zu seiner Herstellung vorzuschlagen, der einfach und kostengünstig elektrisch kontaktiert werden kann.
- 20 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Der Piezoaktor weist entsprechend eine Piezokeramik auf, die sich beim Anlegen einer Spannung ausdehnt. Kontaktierungen sind vorgesehen, um die Spannung an der Piezokeramik anzulegen. Diese Kontaktierungen sind dabei als gebogene Formbleche ausgeführt, wobei die Formbleche voneinander beabstandete Kontaktflächen aufweisen, die die Kontaktierung bilden.

- 30 In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Formblech gebogen. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Biegung der Formbleche so ausgestaltet, dass die Kontaktflächen mit einer definierten Kraft an der Piezokeramik anliegen.

35 An der Piezokeramik ist eine Metallisierung vorgesehen, die mit den Kontaktflächen in Verbindung steht. Die Kontaktflä

chen an dem Formblech können so ausgeführt sein, dass sie zwei in Längsrichtung des Formbleches verlaufende Kontaktbahnen bilden, die voneinander beabstandet sind. Damit erstrecken sich die Kontaktbahnen in Längsrichtung der Piezokeramik.

Weiterhin können die Formbleche an der Außenfläche eines Kunststoffkäfigs befestigt werden. Die Piezokeramik wird in dieser Ausführungsform im Inneren des Kunststoffkäfigs so positioniert, dass die Kontaktflächen der Formbleche eine Metallisierung der Piezokeramik berühren.

Zur Herstellung des Piezoaktors werden die Kontaktflächen an einem gebogenen Formblech ausgebildet. Die Kontaktflächen sind dabei voneinander beabstandet. Das Formblech wird an der Außenfläche eines Kunststoffkäfigs befestigt. Die Piezokeramik wird in das Innere des Kunststoffkäfigs so eingeschoben, dass die Kontaktflächen an einer Metallisierung der Piezokeramik anliegen.

Bevorzugt werden die Formbleche so gebogen, dass die Kontaktflächen nach dem Einschieben der Piezokeramik in den Kunststoffkäfig mit einer definierten Kraft anliegen.

Die Formbleche können zur besseren Kontaktherstellung geätzt werden. Die Befestigung der Formbleche an der Außenseite des Kunststoffkäfigs kann insbesondere durch Verstemmen erfolgen.

Die Formbleche sind so gebogen, dass sich die Kontaktflächen mit einer vorgegebenen Kraft an die seitlich an der Piezokeramik verlaufenden Metallisierung pressen. Die Kontaktflächen sind dabei vorzugsweise ortsfest im Bezug auf die Berührflächen der Metallisierung sind, so dass vorteilhaft bei axialer Auslenkung der Piezokeramik keine reibende Relativbewegung zwischen Kontaktflächen (30,32) und Metallisierung entsteht,

was zur zeitweisen Unterbrechung der Kontaktierung führen könnte.

Mit diesem modularen Aufbau der Kontaktierung und der Ausführung als Schleifkontakt kann die Piezokeramik kontaktiert  
5 werden, ohne, dass eine Lötten der einzelnen Kontaktstellen erforderlich ist. Der modulare Aufbau und das Einschieben der Komponenten ineinander ermöglicht es, dass der Piezoaktor einfach und kostengünstig herstellbar ist, da auf komplizierte Arbeitsschritte verzichtet und auf einfache Materialien  
10 zurückgegriffen werden kann.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Figuren sowie deren Beschreibungsteile. Es zeigen im Einzelnen:  
15

Fig. 1: eine schematische Ansicht der Einzelkomponenten des Piezoaktors

Fig. 2: einen fertig montierten Piezoaktor  
20

Fig. 3: einen vergrößerten Ausschnitt der an den Piezoaktor anliegenden Kontaktflächen.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung die einzelnen  
25 Komponenten des Piezoaktors 10 (Fig. 2). Dabei werden zunächst zwei Formbleche 12 zur Verfügung gestellt. Die beiden Formbleche 12 sind gebogen und bevorzugt geätzt. Ein Kunststoffkäfig 14, der eine Außenfläche 16 und einen Hohlraum 18 aufweist, wird ebenfalls bereitgestellt. Die Biegung der  
30 Formbleche 12 wird dabei so ausgeführt, dass die Bleche 12 an der Außenfläche 16 angebracht werden können, wobei der Kunststoffkäfig 14 umhüllt wird. Zum Anbringen der Formbleche 12 sind an der Oberfläche 16 des Kunststoffkäfigs 14 bevorzugt Befestigungspunkte 20 vorgesehen, mit deren Hilfe die Formbleche befestigt werden können. Hierzu sind an den Formblechen 12 Gegenstücke zu den Befestigungspunkten 20 etwa in  
35 Form von Hohlräumen oder Löchern 22 vorgesehen. Damit können

die Formbleche an den Befestigungspunkten 20 beispielsweise verstemmt werden. An den Formblechen 12 können weiterhin Kontaktdrähte 24 angebracht, insbesondere gelötet oder angeschweißt werden.

5

In den Hohlraum 18 des Kunststoffkäfigs 14 kann eine Piezokeramik 26 eingeschoben werden. Die äußere Form der Piezokeramik 26 ist dabei an die Form des Hohlraums 18 angepasst. Um die Piezokeramik 26 kontaktieren zu können weist sie zumindest einen Teilbereich 28 auf, der metallisiert ist.

Da die Biegung der Formbleche 12 so vorgesehen ist, dass die Kontaktflächen 30,32 mit einer definierten Kraft an der Metallisierung 28 anliegen, kann bereits mit dem Einschieben der Piezokeramik 26 eine Kontaktierung an der Metallisierung 28 hergestellt werden. Dabei ist es nicht erforderlich, dass die Kontaktierung durch Löten von einzelnen Kontaktstellen zustande gebracht wird.

Wie der Figur 2 zu entnehmen ist, weist der so hergestellte Piezoaktor 10 gebogene Formbleche 12 auf, die auf den Kunststoffkäfig 14 außen aufgebracht sind. In einem inneren Hohlraum des Kunststoffkäfigs 14 ist die Piezokeramik 26 eingebracht. Zur Kontaktierung des Piezoaktors 10 können Kontakt-

drähte 24 an den Außenflächen der Formbleche 12 montiert sein. Der so hergestellte Piezoaktor kann anschließend mit einer isolierenden Folie umwickelt und so weit erforderlich zu einer Aktoreinheit komplettiert werden.

Wie in der vergrößerten Darstellung der Figur 3 dargestellt ist, sind die Kontaktflächen 30 und 32 bevorzugt so angeordnet, dass die Kontaktflächen 30 eine erste Kontaktbahn 36 und die Kontaktflächen 32 eine zweite Kontaktbahn 34 bilden. In Erstreckungsrichtung der Piezokeramik 26 weisen die Kontaktflächen 30 und 32 eine gewisse Überdeckung auf, sodass an jeder Stelle der Metallisierung 28 eine Verbindung zur Piezokeramik besteht.

## Patentansprüche

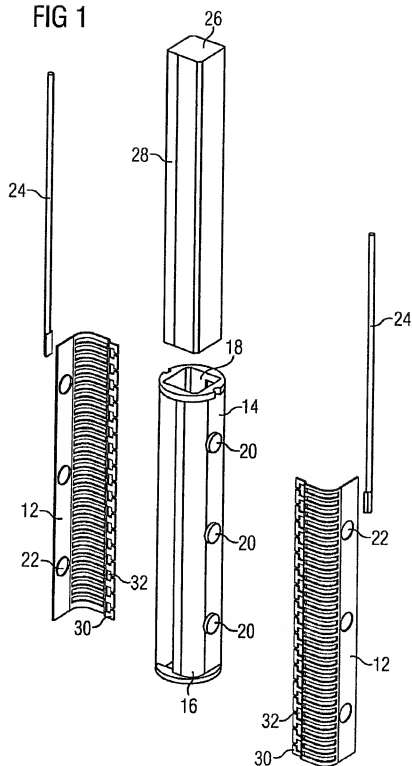
- 5 1. Piezoaktor (10) mit einer Piezokeramik (26), die sich beim Anlegen einer Spannung ausdehnen kann und Kontaktierungen, die an der Piezokeramik (26) anliegen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Kontaktierungen als Formbleche (12) ausgeführt sind, die voneinander  
10 beabstandete Kontaktflächen (30,32) aufweisen.
2. Piezoaktor (10) nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Formbleche (12) gebogen sind.
- 15 3. Piezoaktor (10) nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass die Formbleche (12) so gebogen sind, dass sich die Kontaktflächen (30,32) mit einer vorgegebenen Kraft an der Piezokeramik (26) zum Bilden eines elektrischen Kontakts pressen.
- 20 4. Piezoaktor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass an der Piezokeramik (26) eine vorzugsweise seitlich entlang der Piezolängsachse verlaufende Metallisierung (28) vorgesehen ist, an der die Kontaktflächen  
25 (30,32) anliegen, wobei die Kontaktflächen vorzugsweise ortsfest im Bezug auf die Berührflächen der Metallisierung (28) sind, so dass bei axialer Auslenkung der Piezokeramik (10) keine reibende Relativbewegung zwischen Kontaktflächen (30,32) und Metallisierung entsteht.
- 30 5. Piezoaktor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktflächen (30,32) so ausgeführt sind, dass die ersten Kontaktflächen (30) eine erste Kontaktbahn (36) und die zweiten Kontaktflächen (32) eine zweite  
35 Kontaktbahn (34) bilden.



6. Piezoaktor (10) nach Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, dass sich die Kontaktflächen (30,32) der beiden Kontaktbahnen (34,36) in Längsrichtung der Piezokeramik (26) erstrecken.
7. Piezoaktor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Formbleche (12) an einer Außenfläche (18) eines Kunststoffkäfigs (14) befestigt sind und die Piezokeramik (26) in einem Hohlraum (18) des Kunststoffkäfigs positioniert ist.
- 10 8. Piezoaktor (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Formbleche (12) an Befestigungspunkten (20) des bzw. eines Kunststoffkäfigs (14) befestigt, vorzugsweise verstemmt sind.
- 15 9. Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktors (10) mit einer Piezokeramik (26) und einer Kontaktierung dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktierung als Kontaktflächen (30,32) an einem gebogenen Formbleche (12) ausgebildet werden, wobei die Kontaktflächen (30,32) voneinander beabstandet sind, die
- 20 Formbleche (12) an der Außenfläche (18) eines Kunststoffkäfigs (14) befestigt wird und die Piezokeramik (26) in einen Hohlraum (18) des Kunststoffkäfigs (14) so eingeschoben wird, dass die Kontaktflächen (30,32) an einer Metallisierung (28) der Piezokeramik (26) anliegen.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Formbleche (12) so gebogen werden, dass sie nach dem Einschieben der Piezokeramik (26) mit einer definierten Kraft anliegen.
- 30 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10 dadurch gekennzeichnet, dass die Formbleche (12) geätzt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11 dadurch gekennzeichnet, dass die Formbleche (12) an Befestigungspunkten (20) des Kunststoffkäfigs (14) befestigt, insbesondere verstemmt werden.
- 35

1/2

FIG 1



2/2

FIG 2

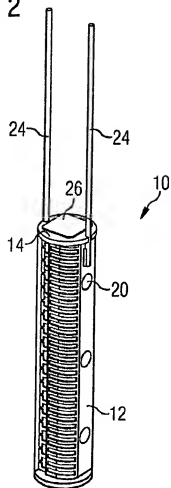


FIG 3

